

УДК 621.186.2

А.Ю.Михайлов (асп., каф. ПТЭ), В.Н.Черных, к.т.н., проф.

ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ИЗ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ ПЭС

Существующие в России тепловые сети выполнены в основном из стальных труб, обладающих многими положительными свойствами, но и некоторыми отрицательными свойствами: в частности, подверженности внутренней и внешней коррозии. Последнее приводит к разгерметизации трубопроводов, нарушению теплоснабжения потребителей, ростом тепловых потерь в сетях и снижению экономичности всей системы теплоснабжения.

В последние 5–6 лет в отечественных внутриквартальных тепловых сетях стали применяться полимерные трубы из сшитого полиэтилена (ПЭС).

Преимуществом полимерных труб является стойкость против коррозии и высокая компенсирующая способность при нагреве. Имея малый диаметр и гофрированный наружный кожух изоляции, они работают по принципу гибкого шланга. Устройства специальных поворотов и компенсаторов осевых перемещений здесь не требуется. Такие трубы могут служить десятилетиями. Однако из-за жестких ограничений по рабочему давлению, напрямую зависящему от средней температуры всего срока эксплуатации, а также максимальному диаметру – 160 мм, их можно рассматривать как альтернативу стальным трубам пока только в низкотемпературных внутриквартальных сетях с температурным графиком 95–70°C (допускается кратковременное повышение температуры до 100°C) и сетях ГВС.

Это вызвано тем, что полимерные материалы при воздействии высоких температур склонны к старению и соответственно – разрушению. Согласно данным производителей труб ПЭС (ЗАО «ТВЭЛ-ПЕКС», Wirsbo, и др.) при постоянной температуре 70°C срок службы их составляет 50 лет, а при 95°C – меньше года. Реально, в тепловых сетях высокие температуры действуют весьма непродолжительное время. При графике 95–70°C продолжительность действия температуры более 95°C, по данным ГУП «ТЭК СПб», не превышает 5 суток в году для внутриквартальных котельных с чугунными секционными котлами и индивидуальных автономных котельных.

Как показывает накопленный опыт, кратковременные повышения температуры существенно не сказываются на старении труб ПЭС и поэтому график 95-70 °C для этих труб можно считать допустимым.

Прогнозируемую долговечность труб, при непостоянных во времени температуре и давлении теплоносителя, следует определять с учётом температурного графика теплоснабжающей организации и правила Майнера. Оно заключается в том, что если время до разрушения трубы составляет t_i (лет) при непрерывном действии температуры T_i , то отношение $1/t_i$ – это "доля повреждения", приходящаяся на год при непрерывном действии указанной температуры.

Таблица 1. Результаты расчетов.

Наружный диаметр	Толщина стенки	Давление	Коэффициент запаса	Напряжение	Рабочая температура	Абсолютная температура	Продолжительность работы в году	Доля времени действия i-ой нагрузки	Время разрушения при действии i-ой нагрузки	Принимаемая долговечность	Минимальный срок эксплуатации
D, м	S, мм	P, МПа	K	σ , Н/мм ²	$t_{\text{раб}}^{\circ}$, °C	T, K	час	(a_i/t_{i0})	$t(T_i, \sigma_i)$, год	год	T_{Σ} , год
63	5,8	0,6	1,3	3,85	95	368	120	0,02	974,62	50	21,2
63	5,8	0,6	1,4	4,14	93	366	48	0,01	22,781	22,78	
63	5,8	0,6	1,5	4,44	91	364	48	0,01	0,7569	0,757	
63	5,8	0,6	1,5	4,44	90	363	144	0,03	1,7008	1,7	
63	5,8	0,6	1,5	4,44	85	358	720	0,14	104,2	50	
63	5,8	0,6	1,5	4,44	80	353	960	0,18	7179,2	50	
63	5,8	0,6	1,5	4,44	75	348	1607	0,30	558374,0	50	
63	5,8	0,6	1,5	4,44	70	343	1631	0,31	49305896,4	50	
63	5,8	0,9	1	4,44	40	313	2	0,00	49305896,4	50	
						Всего	5280	1			

Так, например, для температурного графика, представленного в табл. 1, можно определить срок службы тепловой сети, выполненной из теплоизолированных труб ПЭС. Продолжительность отопительного сезона 220 суток.

Максимальный срок эксплуатации трубы ПЭС определяется по формуле:

$$\frac{1}{t} = \sum_i \frac{(a_i / t_{tot})}{t_i(T_i, \sigma_i)},$$

где a_i – длительность воздействия i-ой нагрузки, ч; t_{tot} – суммарная длительность всех нагрузок, ч; $t_i(T_i, \sigma_i)$ – время до разрушения под действием i-ой нагрузки, ч.

Расчетное напряжение стенки трубы определяется по формуле:

$$\sigma_i = K \cdot P \cdot (D_{нар} - s) / 2s,$$

где K – коэффициент запаса прочности в зависимости от температур; P – рабочее давление, МПа; $D_{нар}$ – наружный диаметр трубы, мм; s – толщина стенки трубы, мм.

Время до разрушения под действием i-ой нагрузки определяем по формуле:

$$t = 10^{\frac{(A+B+C \cdot \log(\sigma) + D \cdot \log(\sigma))}{T}},$$

где константы A, B, C, D – неизменные величины для сшитого полиэтилена: A = -105,7616; B = 57785,48; C = -24,7887; D = -17506,15. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Вычисленные по формуле Майнера (ИСО 13760) $t_1(T_1; \sigma_1)$, $t_2(T_2; \sigma_2)$,... дают теоретические значения долговечности труб. Принимая максимальный срок службы $t_i(T_i; \sigma_i)$ не более 50 лет, получаем конкретный срок службы.

Срок службы составил около 20 лет. Расчеты показали, что при рабочей температуре теплоносителя больше 90°C срок службы труб из сшитого полиэтилена меньше года, а при температуре ниже 90°C значительно увеличивается. Также на срок эксплуатации сильно влияет значение рабочего давления теплоносителя. Поэтому для длительной и безаварийной эксплуатации тепловых сетей из полимерных труб, следует еще на этапе проектирования рассматривать систему теплоснабжения в комплексе, т.е. с учетом температурного графика и

рабочего давления в сети. В этом случае тепловые сети из труб ПЭС в теплоизоляции с наружным диаметром до 160 мм могут составить конкуренцию стальным трубам не только по сроку службы, но и по ряду других параметров (таких как монтажные и эксплуатационные затраты).